

CZABA KOREN

## Zusammenhang zwischen Verkehrscharakter und Straßentypen sowie Konsequenzen für den Netzausbau in der Ungarischen Volksrepublik

### 1. Vorbemerkungen

Der Straßenverkehr ist im mathematisch-statistischen Sinn eine Massenerscheinung mit Zufallscharakter. Beispielsweise ist die Anzahl der Fahrzeuge, die pro Zeitintervall einen Straßenquerschnitt durchfährt, eine Zufallsvariable. Diese weist im zeitlichen Ablauf von Tag, Woche und Jahr charakteristische Gesetzmäßigkeiten auf. Bei der Lösung verschiedenster verkehrsplanerischer und verkehrstechnischer Aufgaben ist es nützlich, diese Gesetzmäßigkeiten zu kennen. Unter anderem kann auf diese Weise der durchschnittliche Tagesverkehr aus Kurzzählungen genauer abgeleitet werden als im Falle der einfachen Durchschnittsbildung. Darüber hinaus ermöglicht die Kenntnis dieser Gesetzmäßigkeiten die Ableitung des zur Bemessung eines Straßenquerschnitts benötigten maßgebenden Stundenverkehrs (MSV) aus den prognostizierten Werten des durchschnittlichen Tagesverkehrs (DTV).

Deshalb ist es notwendig, die Gesetzmäßigkeiten des Verkehrsablaufes umfassend zu beschreiben und die Ähnlichkeit der Verkehrsganglinien der einzelnen Straßenquerschnitte objektiv zu beurteilen.

Die Verkehrsganglinie stellt die einen Straßenquerschnitt passierende Verkehrsmenge in Abhängigkeit von der Zeit dar. Ihre Form und weitere leicht erfassbare Merkmale beschreiben den Verkehrscharakter einer Straße. Dieser ist durch folgende Gegebenheiten determiniert:

- durch die mit der Produktion und den Lebensgewohnheiten der Bürger zusammenhängenden Aktivitäten
- durch die geographische und topographische Situation einer Straße sowie deren Bedeutung im Straßennetz (Straßentyp)
- durch die Jahresganglinie des Verkehrs sowie durch die Spitzenstundenfaktoren.

Nachstehend werden einige Ergebnisse zum Verkehrscharakter von Straßen zur Diskussion gestellt, die im Wissenschaftlichen Forschungsinstitut des Straßenwesens in Ungarn erzielt wurden. Grundlagenmaterial dazu sind die Daten von 190 Zählstellen im ungarischen Straßennetz aus dem Jahre 1972.

### 2. Verkehrsganglinien

Abgesehen vom Trend hat der zeitliche Ablauf des Verkehrs zwei charakteristische Merkmale: periodische sowie nicht-periodische Schwankungen. Unsere Untersuchung konzentriert sich auf die periodischen Schwankungen. Entsprechend den menschlichen Lebensgewohnheiten und der Jahreszeit werden tägliche, wöchentliche und jährliche Verkehrsschwankungen unterschieden.

Die Größe der Abweichungen zwischen den tatsächlichen und den durchschnittlichen Verkehrsmengen, das zeitliche Auftreten und die relative Höhe der extremen Verkehrswerte variieren territorial und zeitlich. Trotzdem weisen die Verkehrsganglinien gewisse Charakteristika auf, die Ausdruck

für den Verkehrscharakter sind. Um diese bestimmen zu können, wurden zwei Methoden erarbeitet:

- Analyse und Vergleich ganzer Ganglinien
- Bestimmung charakteristischer Merkmale der Ganglinien.

Das Prinzip der Untersuchung der ganzen Verkehrsganglinien besteht in folgendem (1): Man vergleicht die Ganglinien zweier Zählstellen a und b mittels der Verhältnisse  $c^a$  bzw.  $c^b$  von Jahresdurchschnitt j zu Monatsdurchschnitt m des Tagesverkehrs.  $c$  ist danach  $Q_j : Q_m$ . Für zwei Zählstellen sind also 24 c-Werte zu bestimmen:

$c_1^a, \dots, c_i^a, \dots, c_{12}^a$  sowie  $c_1^b, \dots, c_i^b, \dots, c_{12}^b$ .

Der Abstand beider Ganglinien wird durch das Merkmal t gekennzeichnet, wobei

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{12} (c_i^a - c_i^b)^2}{12} \text{ ist.}$$

Die Ganglinien der Zählquerschnitte eines Zählstellennetzes können mit dem Kriterium t in Gruppen geordnet werden. Diese Gruppen werden so festgelegt, daß sie das Typische des Verkehrscharakters einzelner Straßenabschnitte zum Ausdruck bringen. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß auch spezielle Arten des Verkehrsaufkommens (z. B. Erholungsverkehr im Winter) gut erkennbar gemacht werden können. Nachteilig sind die vielen Zählungen, die zur Bestimmung des Verkehrscharakters einer Zählstelle nötig sind.

Das Verfahren, das sich auf einige charakteristische Merkmale der Ganglinien gründet, wird außer in Ungarn u. a. auch in der DDR und in der BRD angewendet. (2, 3, 4, 5) Es gründet sich darauf, daß die zufälligen Veränderungen der Verkehrsmessungen viel kleiner sind als die periodischen Schwankungen. Deshalb kann die Verkehrsganglinie im allgemeinen durch einige einfache Merkmale ausreichend charakterisiert werden. Zum Vergleich der jährlichen Verkehrsganglinien verschiedener Zählstellen eignet sich das Verhältnis der Verkehrsmengen zweier bestimmter Zeitintervalle. Als zweckmäßigstes Verhältnis wird in Ungarn seit langem der sogenannte Ferienfaktor  $\psi$  angewandt:

$$\psi = \frac{Q_{Aug}^w}{\frac{Q_{Mai}^w + Q_{Juni}^w}{2}}$$

wobei  $Q_{Mai}^w$ ,  $Q_{Juni}^w$ ,  $Q_{Aug}^w$  die Verkehrsmengen eines Werktages im Mai, Juni und August sind.

Der wöchentliche Ablauf des Verkehrs kann ähnlich beschrieben werden. Die relative Größe des Wochenendverkehrs wird durch den sogenannten Sonntagsfaktor gekennzeichnet:

$$B_v = \frac{Q_{Aug}^s}{Q_{Aug}^w}$$

wobei  $Q_{Aug}^s$  den Sonntagsverkehr im August und  $Q_{Aug}^w$  den Werktagsverkehr im August beschreiben. In unseren Unter-



suchungen berücksichtigen diese Q-Werte nur den Pkw-Verkehr.

Die Anwendung weniger Merkmale zur Charakterisierung der Verkehrsganglinien ist insofern vorteilhaft, als dazu nur wenige Zählungen benötigt werden. Allerdings wird der Nachteil in Kauf genommen, daß für Straßen mit besonderen Verkehrsganglinien (z. B. starker Erholungsverkehr im Winter) der Fehler der DTV-Ermittlung relativ groß wird.

### 3. Verkehrscharakter

Die Spitzenstundenfaktoren sowie die Hochrechnungsfaktoren, die zur Ermittlung des durchschnittlichen Tagesverkehrs aus den Kurzzählungen verwendet werden, gehören zu den ausgewählten Faktoren der Ganglinien. (4) An Hand der Größe der charakteristischen Merkmale der Ganglinien ist es möglich, gewisse Kategorien des Verkehrscharakters zu definieren. In erster Linie dienen dazu die Hochrechnungs- und Spitzenstundenfaktoren. In Ungarn wurde dieses Verfahren beim Auswerten der Verkehrszählungen 1963 und 1970 verwendet (2) und ist auch für die Landesverkehrszählung im Jahre 1975 in Vorbereitung.

Das System der Kategorien zur Bestimmung des Verkehrscharakters der ungarischen Straßen ist wegen folgender Eigenschaften ausreichend und zugleich zweckmäßig:

- Die Einteilung der Kategorien ist genügend dicht, d. h.,
  - selbst der aus den Ergebnissen der Kurzzählungen hochgerechnete DTV-Wert einer Zählstelle im Grenzbereich der Kategorie weicht vom genauen DTV nicht wesentlich ab
  - die tatsächlichen Spitzenstundenfaktoren der Zählstellen einer Gruppe weichen nicht wesentlich voneinander ab
  - die Hochrechnungs- und Spitzenstundenfaktoren benachbarter Kategorien zeigen signifikante Unterschiede.
- Die einzelnen Strecken können nach ihrem dominierenden Verkehr (Wirtschafts-, Erholungsverkehr usw.) sowie nach ihrer geographischen Lage gut eingeordnet werden.
- Die Einteilung ist übersehbar und leicht zu handhaben.

#### 3.1. Bisherige Definition des Verkehrscharakters

In Ungarn wird seit 1963 an Hand der erwähnten Ferien- und Sonntagsfaktoren die in Tabelle 1 dargestellte Definition des Verkehrscharakters verwendet. Die einzelnen Typen bedeuten:

Typ A: Wirtschaftsverkehr

Typ B: Überwiegend Wirtschaftsverkehr mit bedeutendem Wochenendverkehr

Typ C: Gemischter Wirtschafts- und Ferienverkehr mit bedeutendem Wochenendverkehr

Typ D: Wirtschaftsverkehr mit überwiegend Ferien- und Wochenendverkehr

Typ E: Ferien- und Wochenendverkehr.

Tabelle 1 Bisherige Definition des Verkehrscharakters

	$B_v < 1,0$	$B_v > 1,0$
$\psi < 1,5$	A	B
$1,5 < \psi < 1,8$		C
$1,8 < \psi < 2,0$		D
$2,0 < \psi$		E

Die Hochrechnungs- und Spitzenstundenfaktoren ergeben sich je nach dem Verkehrscharakter eines Straßenabschnittes. (2)

Während der vergangenen 11 Jahre, seit Festlegung der oben genannten Typen des Verkehrscharakters, hat sich der Verkehrsablauf auf den Straßen bedeutend verändert. Die Vergrößerung des Bestandes privater Pkw hat die Bedeutung und den Umfang des Wochenendverkehrs erhöht. Demzufolge ergaben sich wesentliche Unterschiede zwischen den Spitzenstundenfaktoren der Zählstellen innerhalb einer Kategorie des Verkehrscharakters. Auch bei den Hochrechnungsfaktoren wurden Streuungen beobachtet. Untersuchungen der Jahresganglinien des Verkehrs ließen erkennen, daß der zu kleine Unterschied zwischen den Gruppen C und D sowie der zu große Unterschied zwischen den Gruppen D und E eine Modifizierung der Gruppengrenzen erfordert.

#### 3.2. Ein neues System für die Kategorien des Verkehrscharakters

Das neue System der Kategorien des Verkehrscharakters, das bei der Landesverkehrszählung 1975 eingeführt wird, vermeidet diese Schwierigkeiten. Im neuen System wird jeder Straßenabschnitt (bzw. jede Zählstelle) entsprechend der relativen Größe des Ferien- und Sonntagsverkehrs durch einen Buchstaben und eine Zahl gekennzeichnet (Tabelle 2). Gemäß der Größe der Faktoren  $\psi$  und  $B_v$  werden  $4 \cdot 4 = 16$  Kategorien definiert, von denen drei in der Praxis nicht auftreten.

Tabelle 2  
Neue Definition  
des Verkehrscharakters

Relative Größe des Wochenend- verkehrs		1	2	3	4
		$B_v < 1,0$	$1,0 < B_v < 1,5$	$1,5 < B_v < 2,0$	$2,0 < B_v$
Relative Größe des Ferienverkehrs	A $\psi < 1,5$	Wi	Wi geringer Wo	Wi hoher Anteil Wo	überwiegend Wo
	B $1,5 < \psi < 2,0$		Wi Fe	Fe hoher Anteil Wo	Fe überwiegend Wo
	C $2,0 < \psi < 2,5$		Wi hoher Anteil Fe	hoher Anteil Wo hoher Anteil Fe	überwiegend Wo hoher Anteil Fe
	D $2,5 < \psi$		überwiegend Fe	hoher Anteil Wo überwiegend Fe	überwiegend Wo überwiegend Fe

Wi = Wirtschaftsverkehr

Fe = Ferienverkehr

Wo = Wochenendverkehr



Das neue System gründet sich auf die ursprünglichen Ferien- und Sonntagsfaktoren. Bis auf eine Ausnahme stimmen die neuen Grenzwerte mit den früheren Festlegungen überein. Trotzdem ist eine differenziertere Berücksichtigung des Wochenendverkehrs gewährleistet. Die Bedeutung der einzelnen Kategorien geht aus Tabelle 2 hervor.

Die Straßen, die nur nach jeweils einem Gesichtspunkt (z. B. Ferienverkehr) beurteilt werden, können verschiedenen Kategorien zugeordnet werden. In den Bildern 1 und 2, die zur Vermeidung von Überlagerungen getrennt gekennzeichnet sind, wurden die verschiedenen Straßentypen nach ihrem Verkehrscharakter zusammengefaßt. Es kann festgestellt werden, daß die Straßen mit Wirtschaftsverkehr, die Straßen zum Balaton, zu den Gebirgen, zu den Grenzübergängen sowie die großen Donau- und Theißbrücken eindeutig einer Kategorie des Verkehrscharakters zuzuordnen sind.

Nach dem Gesichtspunkt des Ferienverkehrs fallen die Straßen zu den Grenzübergängen in die höchste Kategorie (D). Auf ihnen ist der Anteil des Wochenendverkehrs unbedeutend. Genau umgekehrt ist es bei den Straßen im Bereich des Donauknie, der Gebirge und bei den großen Brücken. Hier herrscht starker Wochenendverkehr ohne bemerkenswerten Ferienverkehr. Dagegen dienen die Straßen zum Balaton starkem Wochenend- und Ferienverkehr.

### 3.3. Verwendung des Verkehrscharakters bei der Auswertung der Verkehrszählungen

Nach der in Ungarn üblichen Methode (2) wird die k-te Schätzung des durchschnittlichen Tagesverkehrs ( $Q_k$ ) aus dem Ergebnis  $q_{xk}$  der k-ten Kurzzählung durch folgenden Zusammenhang errechnet:

$$Q_k = q_{xk} \cdot a_x \cdot b_i \cdot c_j$$

Im Falle mehrerer (n) Kurzzählungen ist die Schätzung des DTV

$$DTV = Q = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Q_k$$

Die Symbole bedeuten:

- $a_x$  Stundenfaktor als das Verhältnis des 24-Stunden-Tagesverkehrs zum x-stündigen Verkehr,
- $b_i$  Tagesfaktor, als das Verhältnis des DTV einer Woche zum Tagesverkehr an einem Wochentag i,
- $c_j$  Monatsfaktor als das Verhältnis des DTV eines Jahres zum DTV eines Monats.

Die Hochrechnungsfaktoren a, b, c werden nach Fahrzeugarten und nach Kategorien des Verkehrscharakters abgeleitet.

Trotz der Erhöhung der Anzahl der Kategorien des Verkehrscharakters wird die Benutzung der Tabellen der Hochrechnungsfaktoren nicht komplizierter als vorher. Es kann nämlich bewiesen werden, daß die Veränderungen des Verkehrs während der 12 Monate des Jahres bzw. während der 7 Tage einer Woche voneinander unabhängig sind. Deshalb genügt es, die Tagesfaktoren  $b_i$  nur in Abhängigkeit des Sonntagsfaktors  $b_v$ , also nur in vier Kategorien, anzugeben. Ähnlich ist es bei den Monatsfaktoren  $c_j$ , die nur nach den vier Gruppen des Ferienfaktors  $\psi$  angegeben werden.

### 4. Konsequenzen für die Straßennetzentwicklung

In Ungarn werden die Straßen nach dem internationalen Prinzip der 30sten höchstbelasteten Stunde dimensioniert. Der maßgebende Stundenwert MSV ergibt sich aus

$$MSV_{30} = \omega_{30} \cdot DTV$$

Da die Spitzenstundenfaktoren  $\omega$  bedeutend vom Verkehrsablauf abhängen, sind sie in den Entwurfsrichtlinien getrennt nach den Kategorien des Verkehrscharakters angegeben.

	1	2	3	4
A		Wirtschaftsverkehr		Donauknie, Gebirge
B				
C			Straßen zum Balaton	
D				

Bild 1 Verkehrscharakter einzelner Straßentypen I

	1	2	3	4
A				
B			Donau- u. Theißbrücken	
C				
D		Straßen zu Grenzübergängen		

Bild 2 Verkehrscharakter einzelner Straßentypen II

Während der letzten Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß die Spitzenstundenfaktoren nicht nur vom Ferienfaktor, sondern auch vom Sonntagsfaktor abhängen. Letztere Abhängigkeit ist sogar die bedeutendere. In Tabelle 3 sind die Spitzenstundenfaktoren  $\omega_{30}$  mehrerer Zählungen von 1972 zusammengestellt. Dabei wird die große Bedeutung des Wochenendverkehrs deutlich. Bild 3 stellt die territoriale Verteilung der Spitzenstundenfaktoren dar. Hohe Werte weisen jene Straßen auf, die entweder großen Wochenendverkehr oder großen Ferienverkehr zu übernehmen haben.

Auf immer mehr Straßen nähert sich die Verkehrsbelegung der Leistungsfähigkeitsgrenze der Verkehrsanlagen. Mit dieser Entwicklung setzt sich immer mehr die Auffassung durch,

Tabelle 3 Spitzenstundenfaktoren der 30sten Stunde für die einzelnen Kategorien des Verkehrscharakters

MSV [Kfz/Std.]	1	2	3	4
DTV [Kfz/Tag]				
A	0,11	0,11	0,14	0,21
B		0,13	0,18	0,24
C		0,15	0,21	0,26
D		0,17	0,23	0,28



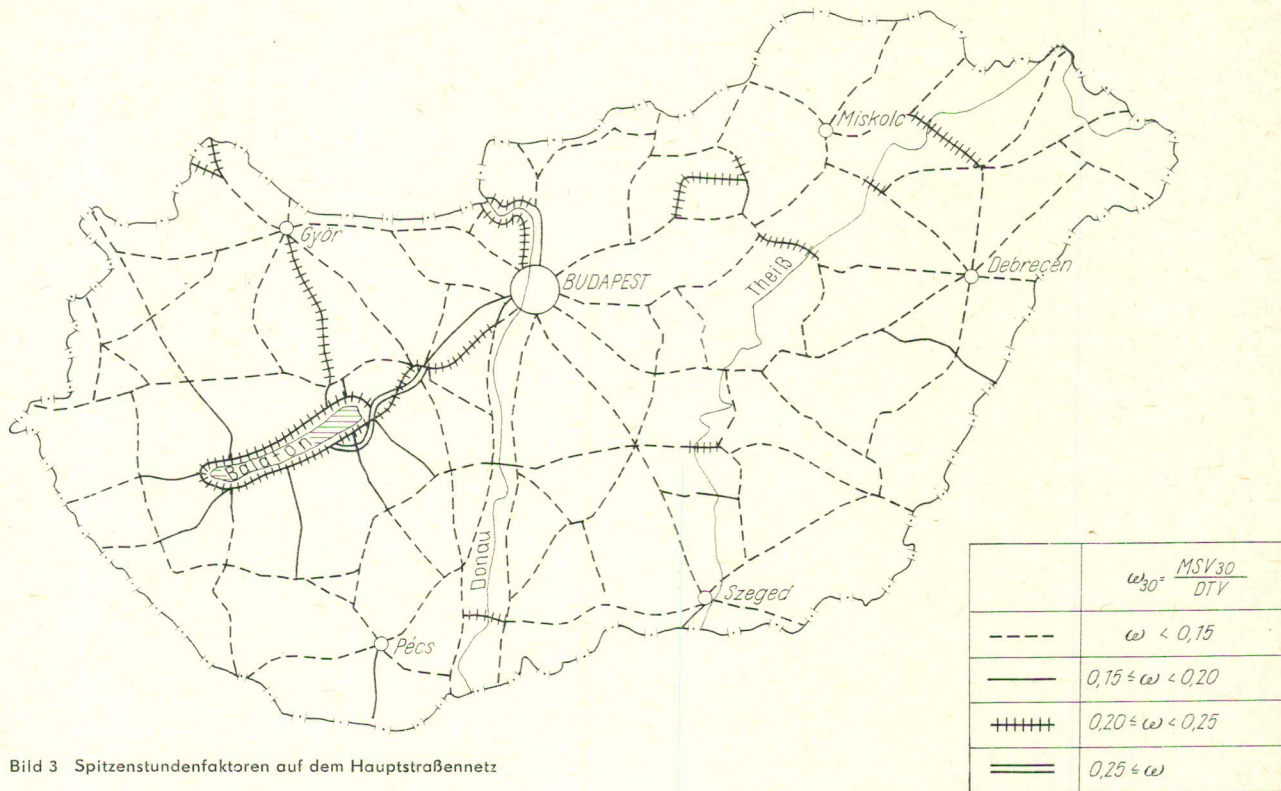


Bild 3 Spitzenstundenfaktoren auf dem Hauptstraßennetz

daß bei der Dimensionierung der Straßen und bei der Verkehrsorganisation nach Berufs- bzw. Werktagsverkehr und nach Wochenendverkehr differenziert werden sollte. Straßen mit überwiegendem Werktagsverkehr sollen danach einen höheren level of service erhalten. Bereits in der gegenwärtigen Praxis wird auf Straßen mit vorwiegendem Wochenendverkehr eine höhere Verkehrsbelegung zugelassen. Darüber hinaus müßte der MSV für den Werktags- und Wochenendverkehr unterschiedlich berechnet werden. Das macht allerdings weitere Forschungsarbeit erforderlich, die vor allem klären helfen muß, in welchem Maße und nach welchen Kriterien Unterschiede zwischen Werktag- und Wochenendverkehr gemacht werden sollen.

Ebenfalls Gegenstand laufender und künftiger Untersuchungen sind u. a. folgende Probleme:

- Im Hinblick auf die veränderten Bau-, Unterhaltungs- und Zeitbedarfskosten ist zu prüfen, ob es noch gerechtfertigt ist, den Verkehr der 30sten höchstbelasteten Stunde zur Bemessung heranzuziehen.
- Für ein wirtschaftliches Dimensionieren sowie für eventuell notwendige Restriktionen und Maßnahmen zur Beeinflussung des Verkehrsaufkommens wird die Entwicklung der Spitzenstundenfaktoren untersucht.

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, daß es mit den auf der Stichprobenbasis durchgeführten Verkehrszählungen im Landstraßennetz gelungen ist, die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten des Verkehrsaufkommens zu erkennen. Mit diesen gelingt es, im Rahmen der langfristigen Planung eine wissenschaftlich begründete Investitions- und Instandhaltungspolitik im Straßenwesen der Ungarischen VR durchzusetzen.

#### Quellenverzeichnis

- (1) Guide for traffic counting manual US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Bureau of Public Roads, Washington, D. C. 1970
- (2) Landesverkehrszählung 1970 in Ungarn (Országos közúti forgalom-számlálás 1970) KOZDOK, Budapest 1972
- (3) Brandt, J., Dechand, H. H., Weise, G.: Die Straßenverkehrszählungen 1970 und 1971 in der Deutschen Demokratischen Republik Die Straße (1972) H. 4
- (4) Schmidt, G.: Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik der Straßenverkehrszählung 1970 in der BRD Straße und Autobahn (1972) H. 4
- (5) Murányi, Th.: Methode zur Bestimmung des Verkehrsablaufs auf dem europäischen Straßennetz Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen, Heft 39, Kirschbaum Verlag, Bad Godesberg 1960